

①⑨ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Veröffentlichung**  
⑩ **DE 198 82 926 T 1**

⑤① Int. Cl. 7:  
**F 16 H 25/24**  
B 23 G 1/32  
B 24 B 1/00  
B 23 Q 5/40

der internationalen Anmeldung mit der  
⑧⑦ Veröffentlichungsnummer: WO 99/35419 in  
deutscher Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2 IntPatÜG)  
②① Deutsches Aktenzeichen: 198 82 926.4  
⑧⑥ PCT-Aktenzeichen: PCT/JP98/05881  
⑧⑥ PCT-Anmeldetag: 24. 12. 1998  
⑧⑦ PCT-Veröffentlichungstag: 15. 7. 1999  
④③ Veröffentlichungstag der PCT-Anmeldung  
in deutscher Übersetzung: 30. 11. 2000

③① Unionspriorität:  
10/1781 07. 01. 1998 JP  
⑦① Anmelder:  
SMC K.K., Tokio/Tokyo, JP  
⑦④ Vertreter:  
Keil & Schaafhausen Patentanwälte, 60322  
Frankfurt

⑦② Erfinder:  
Nagai, Shigekazu, Ibaraki, JP; Shiomi, Hiroyuki,  
Ibaraki, JP

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Förderspindel und Verfahren zu ihrer Herstellung

DE 198 82 926 T 1

DE 198 82 926 T 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

29.08.00

DE 198 82 926 T

- 1 -

KEIL & SCHAAFHAUSEN  
PATENTANWÄLTE

## 5 FÖRDERSPINDEL UND VERFAHREN ZU IHRER HERSTELLUNG

## Technisches Gebiet

10 Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Förderspindel  
und ein Verfahren zu ihrer Herstellung. Insbesondere bezieht  
sich die vorliegende Erfindung auf eine Förderspindel, die  
bspw. als Mittel zur Übertragung einer Antriebskraft für ein  
15 Stellglied zum Transportieren eines Werkstücks verwendet wird,  
indem die Antriebskraft eine Antriebsquelle über eine  
Antriebskraftübertragungseinrichtung auf ein bewegliches  
Element übertragen wird, um das bewegliche Element in einer  
festgelegten Richtung zu verschieben, und auf ein Verfahren  
zur Herstellung derselben.

20

## Stand der Technik

Verschiedene Stellglieder (actuators) wurden in der Vergangen-  
heit zum Transport des Werkstücks verwendet. Ein solches  
25 Stellglied weist ein bewegliches Element auf, das in Längs-  
richtung eines Rahmens zum Aufbau eines äußeren Rahmens  
verschieblich ist, und eine Förderspindel, bspw. eine  
Kugelumlaufspindel oder eine Schiebespindel (Gleitspindel),  
die koaxial mit einer Motorwelle gekoppelt ist. Wenn die  
30 Rotationsantriebskraft eines Motors über die Förderspindel auf  
das bewegliche Element übertragen wird, wird das bewegliche  
Element linear verschoben. Das Werkstück, das auf dem  
beweglichen Element angeordnet ist, wird entsprechend der oben  
beschriebenen Verschiebung des beweglichen Elements trans-  
35 portiert.

26.06.00

DE 198 82 926 T1

- 2 -

KEIL & SCHAAFHAUSEN  
PATENTANWÄLTE

Diese herkömmlicherweise verwendeten Förderspindeln sind in der Lage, die Gleitleistung in geeigneter Weise aufrecht zu erhalten, wobei die Förderspindeln bspw. aus Metall, wie Kohlenstoffstahl oder rostfreien Materialien, oder auch aus  
5 Kunstharz, wie Polyacetal, hergestellt sind.

Eine aus Kohlenstoffstahl oder rostfreiem Material aufgebaute Förderspindel weist jedoch den Nachteil auf, dass die Befestigung schwierig ist, weil die Förderspindel ein relativ  
10 großes Gewicht aufweist. Außerdem beeinflusst eine derartige Förderspindel das magnetische Feld, bspw. indem die magnetische Flussdichte geändert wird. Daher weist eine derartige Förderspindel den Nachteil auf, dass der Anbringungsort eingeschränkt ist.

15 Andererseits bewirkt eine Förderspindel, die aus einem Kunstharz, wie Polyacetal, hergestellt ist, folgendes Problem: Aufgrund der Langzeitverwendung tritt eine Abrasion an dem Gleitbereich der Förderspindel auf. Als Folge hiervon kann die  
20 Rotationsantriebskraft des Motors nicht erfolgreich auf das bewegliche Element übertragen werden.

Um die oben beschriebene Abrasion zu vermeiden, ist es bevorzugt, ein Schmieröl oder Schmierfett auf den Gleitbereich  
25 der Förderspindel aufzubringen. Hierbei tritt jedoch folgender Nachteil auf: Es ist unmöglich, ein Schmieröl in einer Umgebung zu verwenden, in der Reinheit erforderlich ist, und die Staubkontamination so weit wie möglich zu vermeiden, bspw. in einem Reinraum für die Ausrüstung zur Herstellung von  
30 Halbleitern.

Die vorliegende Erfindung wurde zur Lösung der oben beschriebenen Probleme gemacht, wobei ihre Aufgabe darin liegt, eine Förderspindel und ein Verfahren zu ihrer Herstellung zu  
35 schaffen, die es ermöglichen, die Abrasion entsprechender

29.06.00

DE 198 82 926 T1

- 3 -

KEIL & SCHAAFHAUSEN  
PATENTANWÄLTE

Elemente und den Reibungswiderstand des Gleitabschnittes zu reduzieren, wobei das Gewicht der Förderspindel reduziert wird, um die Befestigung zu erleichtern, so dass es keine Einschränkung hinsichtlich des Anbringungsortes gibt.

5

### Beschreibung der Erfindung

Gemäß der vorliegenden Erfindung wird eine Förderspindel vorgeschlagen, mit einer Antriebskraftübertragungswelle und einem Lagerelement, das extern auf die Antriebskraftübertragungswelle aufgesetzt ist, wobei die Antriebskraftübertragungswelle vorzugsweise aus Aluminium oder einer Aluminiumlegierung hergestellt ist, und wobei das Lagerelement vorzugsweise aus Kunstharz, Aluminium oder einer Aluminiumlegierung hergestellt ist.

15

Gemäß der vorliegenden Erfindung umfassen bevorzugte Beispiele des Kunstharzes bspw. Polyacetal und superhochmolekulargewichtiges Polyethylen.

20

Dementsprechend wird die Abrasion der Antriebskraftübertragungsquelle und des Lagerelements für den Aufbau der Förderspindel verringert und der Gleitwiderstand an den Gleitabschnitten der beiden Elemente erniedrigt. Somit sinkt der Reibungswiderstand. Das Gewicht der Förderspindel kann ebenfalls verringert werden, und daher ist es einfach, die Befestigung an dem Stellglied oder dgl., das mit der Förderspindel ausgestattet wird, durchzuführen. Außerdem ist es möglich, die Antriebskraftübertragungsquelle mit einer großen Länge vorzusehen. Das Eingangsdrehmoment wird aufgrund der großen Lastträgheit erhöht. Dadurch ist es möglich, eine kompakte Größe eines als Antriebsquelle dienenden Motors zu realisieren. Außerdem wird der auf das magnetische Feld ausgeübte Einfluss unterdrückt, so dass der Anbringungsort nicht eingeschränkt ist.

35

26.06.00

DE 198 82 926 T1

- 4 -

KEIL & SCHAAFHAUSEN  
PATENTANWÄLTE

Bei der Förderspindel gemäß der vorliegenden Erfindung ist bevorzugt, dass ein Beschichtungsfilm aus Nickel an einer Oberfläche des aus Aluminium oder einer Aluminiumlegierung hergestellten Elementes mit Hilfe eines Plattierungsverfahrens, bspw. einer autokatalytischen Nickelplattierungsbehandlung, ausgebildet wird. Vorzugsweise wird außerdem eine thermische Härtebehandlung der Schicht durchgeführt, die der Plattierungsbehandlung unterworfen wurde. Alternativ wird vorzugsweise die Oberfläche des aus Aluminium oder Aluminiumlegierung hergestellten Elementes einer Oberflächenbehandlung mit Hilfe einer Aluminium-anodischen Oxidationsbehandlung oder einer Magnesium-anodischen Oxidationsbehandlung unterworfen.

Die Härte und die Glätte der Oberfläche des aus Aluminium oder einer Aluminiumlegierung hergestellten Elementes werden mit Hilfe der oben beschriebenen Behandlung verbessert. Es ist möglich, die Abrasion der entsprechenden Elemente und den Gleitwiderstand der Gleitabschnitte weiter zu reduzieren. Insbesondere, wenn das Element, das mit Hilfe der anodischen Oxidationsbehandlung oberflächenbehandelt wurde, der thermischen Härtebehandlung unterworfen wird, ist es möglich, einen Effekt zu erreichen, durch den die Eigenspannung der durch anodische Oxidation behandelten Schicht und der Grundmetallschicht aus Aluminium oder Aluminiumlegierung reduziert wird. Die anodische Oxidationsbehandlung kann eine farbige anodische Oxidationsbehandlung sein. Außerdem kann eine Versiegelung, die im Vergleich mit normalen Fällen nur zu einem geringen Grad durchgeführt wird, der der anodischen Oxidation unterworfenen Schicht durchgeführt werden.

Es ist außerdem bevorzugt, dass eine Oberfläche des aus Aluminium oder Aluminiumlegierung hergestellten Elementes einer Kugelstrahlbehandlung unterworfen wird, die mehrmals mit abwechselnder Verwendung zweier Arten von Partikeln unter-

26.06.00

DE 198 82 926 T

- 5 -

KEIL & SCHAAFHAUSEN  
PATENTANWÄLTE

5 schiedlicher Partikelgrößen durchgeführt wird. Die Kugelstrahlbehandlung kann auch auf das Element angewendet werden, das mit Hilfe der Plattierungsbehandlung oder der anodischen Oxidationsbehandlung oberflächenbehandelt wurde. Die Kugelstrahlbehandlung ermöglicht es, eine exzellente Förderspindel zu erhalten, bei der die Oberflächenrauheit und die Eigenspannung reduziert sind.

10 Wenn das Kugelstrahlen mehrfach durch abwechselnde Verwendung zweier Arten von Partikeln mit unterschiedlichen Partikelgrößen durchgeführt wird, werden die Partikel mit der größeren Partikelgröße zuerst eingesetzt, um die Oberfläche zu härten. Anschließend werden die Partikel mit der kleineren Partikelgröße verwendet, um feine Irregularitäten an der Oberfläche auszubilden. Die Irregularitäten dienen als Ölreservoirs, wie  
15 später beschrieben wird.

20 In diesem Fall ist es bevorzugt, zwischen den entsprechenden Kugelstrahlbehandlungen eine Oberflächenfinishbehandlung vorzunehmen, bspw. eine Flüssig-Hon-Finishbehandlung, eine Läpp-Finishbehandlung oder eine Sandstrahl-Finishbehandlung.

25 Das nachfolgende Verfahren wird vorzugsweise als Verfahren zur Reduzierung der Oberflächenrauheit und der Eigenspannung durch mehrfache Anwendung der Kugelstrahlung eingesetzt. Hierbei wird die Größe der Kugelstrahlpartikel, die in dem relativ großen Partikel liegt und für das Aluminium oder die Aluminiumlegierung als zu behandelndes Material optimal ist, experimentell festgelegt und vorab programmiert. Die Kugelstrahlbehandlung wird unter der erhaltenen Bedingung durchgeführt. Anschließend wird das Kugelstrahlen durch Änderung der Kugelstrahlbedingungen einschließlich der Partikelgröße schrittweise von der Oberfläche zum Inneren eines Werkstücks durchgeführt. Vorzugsweise werden diese Behandlungsoperationen  
30 automatisiert.  
35

Das schrittweise Kugelstrahlen, wie es oben beschrieben wurde, kann einmal, zweimal oder mehrfach durchgeführt werden, bspw. vor der Bearbeitung zum Plattieren der Förderspindel. Wenn das Sandstrahl-Finishen, das Glanzschleif-Finishen (Schwabbeln) oder das Flüssig-Hon-Finishen, vor, während oder nach dem schrittweisen Kugelstrahlen durchgeführt wird, ist es möglich, feine Grate an der Werkstückoberfläche zu entfernen. Dies wird bevorzugt.

Bei dem Verfahren zur Durchführung der Oberflächenbehandlung oder der Oberflächenfinishbehandlung mit Hilfe des Kugelstrahlens wird vorzugsweise die geneigte Oberfläche oder das Ölreservoir mit dem elastohydrodynamischen Schmiereffekt an der Oberfläche der Förderspindel ausgebildet. Daher werden beim Durchführen des Kugelstrahlens vorzugsweise Partikel mit einer kugelförmigen Gestalt oder einer polyhedralen Gestalt mit einer Größe verwendet, die es ermöglicht, die geneigte Oberfläche oder das Ölreservoir in einer gewünschten Größe auszubilden.

Wenn der Abschnitt, der in der Nähe der Oberfläche des Elements angeordnet ist, durch das Kugelstrahlen rekristallisiert oder gehärtet ist, oder wenn der Abschnitt mit Hilfe der teilweisen Wärmeerzeugung thermisch gehärtet wird, ist es möglich, der Oberfläche des Elements eine größere Härte zu verleihen. Wenn das Kugelstrahlen durchgeführt wird, tritt das Metall, das in den für das Kugelstrahlen verwendeten Partikeln enthalten ist, in die Oberfläche des Elements ein. Daher ist es außerdem möglich, die Qualität der Oberfläche aufgrund der Permeation des Metalls zu verbessern.

Vorzugsweise wird das Element, das mit Hilfe der Plattierungsbehandlung, der Aluminium-anodischen Oxidationsbehandlung, der Magnesium-anodischen Oxidationsbehandlung oder des Kugelstrahlens oberflächenbehandelt wurde, einer Oberflächen-

29.06.00

DE 198 82 926 T1

- 7 -

KEIL & SCHAAFHAUSEN  
PATENTANWÄLTE

- Finishbehandlung mit Hilfe wenigstens eines Verfahrens unterworfen, das aus der Gruppe ausgewählt wird, die aus dem Super-Finishen, dem Glanzschleif-Finishen, dem Läpp-Finishen, dem Flüssig-Hon-Finishen, dem Feinwalz-Finishen, dem Walzen-Finishen, einem chemischen Polier-Finishen, einem Elektropolier-Finishen, einem Sandstrahl-Finishen, einem Schleif-Finishen mit einer Diamantschleifscheibe oder einer Bornitrid-Schleifscheibe, einem Schleif-Finishen mit einer mit einem Richtmechanismus ausgestatteten Diamantschleifscheibe oder Bornitridschleifscheibe, und einem spanenden Finishen mit einem Diamantgalvanisierwerkzeug oder einem Räumwerkzeug besteht. Dementsprechend kann bspw. die Glätte der Oberfläche des Elements weiter verbessert werden.
- 15 Gemäß der vorliegenden Erfindung wird ein Verfahren zur Herstellung einer Förderspindel vorgeschlagen, wobei wenigstens ein Element der Antriebskraftübertragungswelle und des Lagerelements mittels eines Walzverfahrens vorzugsweise aus Aluminium oder Aluminiumlegierung hergestellt wird. Das heißt,
- 20 dass ein kalter Prozess (Kaltwalzen) oder ein heißer Prozess (Warmwalzen) durchgeführt wird, während das Aluminium oder die Aluminiumlegierung gedreht wird, und dass eine Form gegen das Aluminium oder gegen die Aluminiumlegierung gepresst wird, um wenigstens ein Element der Antriebskraftübertragungswelle und
- 25 des Lagerelements auszubilden.
- Dementsprechend ist es möglich, die Förderspindel mit hoher Bearbeitungsgenauigkeit effizient herzustellen.
- 30 Gemäß der vorliegenden Erfindung wird außerdem ein Verfahren zur Herstellung einer Förderspindel vorgeschlagen, wobei wenigstens ein Element der Antriebskraftübertragungswelle und des Lagerelements vorzugsweise aus Aluminium oder einer Aluminiumlegierung mit Hilfe eines Präzisionsspanverfahrens
- 35 hergestellt wird, das auf der Verwendung irgendeines Elements



29.06.00

DE 198 82 926 T

- 8 -

KEIL & SCHAAFHAUSEN  
PATENTANWÄLTE

aus der nachfolgenden Gruppe basiert: Eine Diamantspitze, eine Bornitridspitze, ein Galvanisierwerkzeug aus Diamant, ein Sinterwerkzeug aus Diamant, ein Galvanisierwerkzeug aus Bornitrid und ein Sinterwerkzeug aus Bornitrid.

5

Dementsprechend ist es möglich, die Abrasion zwischen der Antriebskraftübertragungswelle und dem Lagerelement sowie den Gleitwiderstand an den Gleitabschnitten der beiden Elemente weiter zu reduzieren.

10

#### Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Fig. 1 zeigt, mit teilweise Auslassung eine perspektivische Ansicht einer Kugelspindel gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

15

Fig. 2 zeigt einen teilweisen Längsschnitt in Axialrichtung, der die in Fig. 1 gezeigte Kugelumlaufspindel darstellt.

20

Fig. 3 zeigt eine perspektivische Explosionsansicht, die ein mit der Kugelumlaufspindel gemäß Fig. 1 ausgestattetes Stellglied darstellt.

25

Fig. 4 zeigt einen teilweisen Längsschnitt in Axialrichtung, der eine Schiebespindel gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung darstellt.

30

Fig. 5 zeigt einen teilweisen vertikalen Schnitt, der einen Führungsmechanismus und einen Rahmen eines Stellgliedes darstellt, bei dem vollständige Abschnitte der entsprechenden Elemente aus Aluminium oder Aluminiumlegierung hergestellt sind.

35

26.06.00

DE 198 82 926 T

- 9 -

KEIL & SCHAAFHAUSEN  
PATENTANWÄLTE

Fig. 6 zeigt einen teilweisen Vertikalschnitt, der einen Führungsmechanismus und einen Rahmen eines anderen Beispiels darstellt, der das in Fig. 5 gezeigte Stellglied betrifft.

5

Fig. 7 zeigt einen teilweisen Vertikalschnitt, der einen Führungsmechanismus und einen Rahmen eines noch weiteren Beispiels darstellt, das das in Fig. 5 gezeigte Stellglied betrifft.

10

Fig. 8 zeigt eine ausschnittsweise perspektivische Darstellung, die eine umschreibende Nut einer Führungsschiene für das in den Fig. 5 bis 7 gezeigte Stellglied darstellt.

15

Fig. 9 zeigt eine schematische perspektivische Ansicht, die ein Schleifzentrum zum Schleifen und Bearbeiten der inneren Oberfläche der Förderspindel gemäß der vorliegenden Erfindung darstellt.

20

#### Beste Ausführungsform zur Durchführung der Erfindung

Die Förderspindel gemäß der vorliegenden Erfindung wird durch bevorzugte Ausführungsformen mit Bezug auf ihr Herstellungsverfahren veranschaulicht, die nachfolgend im Detail mit Bezug auf die beigefügten Zeichnungen erläutert werden.

25

Eine Kugelumlaufspindel 2, die eine Förderspindel gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung darstellt und in den Fig. 1 und 2 dargestellt ist, weist eine Antriebskraftübertragungswelle 4 und ein Lagerelement 6 auf, das extern auf die Antriebskraftübertragungswelle 4 aufgesetzt ist. Die Antriebskraftübertragungswelle 4 besteht aus Aluminium oder einer Aluminiumlegierung. Das Lagerelement 6

30

29.06.00

DE 198 82 926 T

- 10 -

KEIL & SCHAAFHAUSEN  
PATENTANWÄLTE

besteht aus einem Polyethylenharzmaterial mit einem superhoch molekularen Gewicht.

5 Eine schraubenförmig verlaufende umschreibende Nut 8 ist an dem Außenumfang der Antriebskraftübertragungswelle 4 aus Aluminium ausgebildet. Das Lagerelement 6 ist auf die Antriebskraftübertragungswelle 4 aufgesetzt. Das Lagerelement 6 weist einen säulenförmigen Abschnitt 10 und einen Flanschabschnitt 12 auf, der einstückig mit dem säulenförmigen  
10 Abschnitt 10 ausgebildet ist. Das Lagerelement 6 weist eine der Nut 8 entsprechende schraubenförmige Nut 14 auf. Eine Führungsbahn (Spur), in der eine Vielzahl von Kugeln 16 rollen kann, wird durch die Nut 8 und die Nut 14 gebildet. In Fig. 2 bezeichnet das Bezugszeichen 18 einen Durchgang zum  
15 Transportieren der Kugeln 16 von einem Ende zum anderen Ende des säulenförmigen Abschnitts 10 des Lagerelements 6. Eine endlos umlaufende Spur, in der die Kugeln 16 rollen, wird durch die Führungsbahn und den Durchgang 18 gebildet, die miteinander in Verbindung stehen.

20 Fig. 3 zeigt ein Stellglied 20, in dem die wie oben beschrieben aufgebaute Kugelumlaufspindel 6 eingesetzt wird, bspw. als Antriebskraftübertragungsmittel zur Übertragung der rotatorischen Antriebskraft einer Drehantriebsquelle auf ein  
25 bewegliches Element.

Das Stellglied 20 weist einen Rahmen 26 mit Nuten 24a, 24b und einer Vielzahl von Fluiddurchgängen 22a bis 22d, die durch den Rahmen in Längsrichtung durchtreten, ein Paar von Seitenabdeckungen 28a, 28b, die mit Hilfe der Nuten 24a, 24b lösbar  
30 an beiden Seitenflächen des Rahmens 26 angebracht sind, und Endabdeckungen 30a, 30b, die an beiden Enden des Rahmens 26 in Längsrichtung angebracht sind, auf. Eine nicht dargestellte obere Abdeckung wird mit Hilfe der Endabdeckungen 30a, 30b  
35 über dem Rahmen 26 gehalten.

29.05.00

DE 198 82 926 T1

- 11 -

KEIL & SCHAAFHAUSEN  
PATENTANWÄLTE

Ein Führungsmechanismus 34, der ein Paar von Führungsschienen 32a, 32b umfasst, die in Längsrichtung integral mit dem Rahmen 26 vorgesehen sind, ist an der oberen Fläche des Rahmens 26 vorgesehen. Ein Motor 36 ist fest zwischen den Führungs-  
5 schienen 32a, 32b vorgesehen. Ein nicht dargestelltes Kopplungselement, das in einem Blockelement 38 angeordnet ist, überträgt die Rotationsantriebskraft des Motors 36 auf die Kugelumlaufspindel 2. Die Antriebskraftübertragungswelle 4 der Kugelumlaufspindel 2 wird an ihrem einen Ende drehbar von  
10 einem Halteblock 40 abgestützt.

Ein bewegliches Element 42, das einen Halteabschnitt zum Halten des Lagerelements 6 aufweist und entsprechend der Führungswirkung der Führungsschiene 32a, 32b integral mit dem  
15 Lagerelement 6 verschieblich ist, ist in dem Rahmen 26 vorgesehen.

Als nächstes zeigt Fig. 4 eine Schiebespindel (Gleitspindel) 2a, die eine Förderspindel gemäß einer zweiten Ausführungsform  
20 der vorliegenden Erfindung ist.

Die Schiebespindel 2a weist eine Antriebskraftübertragungswelle 4a aus Aluminium oder Aluminiumlegierung zum Übertragen der Drehantriebskraft einer nicht dargestellten Antriebsquelle  
25 auf. Ein Lagerelement 6a, das mit der Antriebskraftübertragungswelle 4a in Eingriff steht, besteht aus Polyacetalharz. In Fig. 4 bezeichnet das Bezugszeichen 8a einen Streifen einer schraubenförmigen Nut, das Bezugszeichen 10a bezeichnet einen säulenförmigen Abschnitt und das Bezugszeichen 12a bezeichnet einen Flanschabschnitt. Das Bezugszeichen 14a bezeichnet einen Streifen einer schraubenförmigen Nut, die an  
30 dem Lagerelement 6a ausgebildet ist.

Bei der Kugelumlaufspindel 2 und der Schiebespindel 2a als den  
35 Förderspindeln gemäß der ersten und zweiten Ausführungsformen

26.06.00

DE 198 82 926 T1

- 12 -

KEIL & SCHAAFHAUSEN  
PATENTANWÄLTE

besteht die Antriebskraftübertragungswelle 4, 4a aus Aluminium oder Aluminiumlegierung, und das Lagerelement 6, 6a besteht aus synthetischem Kunzharzmaterial.

- 5 Daher ist es möglich, den Reibungswiderstand an den Gleitabschnitten zwischen der Antriebskraftübertragungswelle 4, 4a und dem Lagerelement 6, 6a zu reduzieren, und es ist möglich, ein geringes Gewicht zu realisieren.
- 10 Jede der Antriebskraftübertragungswellen 4, 4a und der Lagerelemente 6, 6a kann aus Aluminium oder Aluminiumlegierung hergestellt sein. Außerdem kann nicht nur die Förderspindel sondern auch das gesamte Stellglied 20 einschließlich bspw. des Halteblocks 40, des beweglichen Elements 42 und des
- 15 Führungsmechanismus 34 aus Aluminium oder Aluminiumlegierung hergestellt sein.

- Die mechanische Vorrichtung, die mit dem Stellglied 20 ausgestattet ist, kann aus Aluminium oder Aluminiumlegierung
- 20 bestehen. Dieser Aufbau kann auch auf einen anderen Hauptstellgliedkörper und ein Verbindungselement (nicht dargestellt) zu einem nicht dargestellten weiteren Stellglied angewandt werden, das in integrierter Weise betätigt wird, indem es mit der Förderspindel des Stellgliedes 20 in einem
- 25 rechten oder einem beliebigen Winkel verbunden ist. Als Verfahren zum einstückigen Ausbilden bspw. des Stellgliedes und des Verbindungselementes können verschiedene Verfahren, wie Gießen, Extrudieren, Ziehen und Schmieden verwendet werden. Das wie oben beschrieben aufgebaute Stellglied ist
- 30 außerdem vorzugsweise für die Vorrichtung zum Herstellen von Halbleitern einsetzbar.

- Die Fig. 5 bis 7 zeigen Beispiele, bei denen das gesamte Stellglied aus Aluminium oder Aluminiumlegierung besteht. Die
- 35 Fig. 5 bis 7 zeigen teilweise Querschnittsansichten, die

29.05.00

DE 198 82 926 T1

- 13 -

KEIL & SCHAAFHAUSEN  
PATENTANWÄLTE

jeweils das Stellglied darstellen, wobei ein Führungsmechanismus gezeigt ist, der fest mit einem Motor und einer Vorderspindel versehen ist, und ein Rahmenabschnitt zur Aufnahme des Führungsmechanismus. Außerdem unterscheidet sich  
5 jede der Strukturen von dem in Fig. 3 gezeigten Stellglied 20.

Das heißt, dass das in Fig. 3 gezeigte Stellglied so aufgebaut ist, dass der Führungsmechanismus 34 auf den Führungsschienen 32a, 32b gleitet. Im Falle der in den Fig. 5 bis 7 gezeigten  
10 Stellglieder sind jedoch Kugeln 57 in umschreibenden Nuten 52a bis 52d, 54a bis 54d, 56a bis 56d angebracht, die an jeweils vier Positionen zwischen dem Führungsmechanismus 44a bis 44c und den Führungsschienen 46a, 46b, 48a, 48b, 50a, 50b ausgebildet sind. Die Führungsmechanismen 44a bis 44c werden  
15 auf den Führungsschienen 46a, 46b, 48a, 48b, 50a, 50b mit Hilfe der Kugeln 57 bewegt, die in den umschreibenden Nuten 52a bis 52d, 54a bis 54d, 56a bis 56d rollen. In Bezug auf diese Anordnung sind die Förderspindel 58a bis 58c und der Motor 60a bis 60d miteinander mit Hilfe einer Oldham-Kupplung  
20 62a bis 62c verbunden, so dass eine stabile Antriebsbetätigung erfolgreich durchführbar ist, auch wenn die Zentrierung zu einem gewissen Grad an dem direkten Kupplungsabschnitt zwischen der Förderspindel 58a bis 58c und dem Motor 60a bis 60c verschoben ist.

25

Die in den Fig. 5 bis 7 dargestellten Stellglieder unterscheiden sich hinsichtlich ihres Aufbaus voneinander.

Zunächst weist bei dem in Fig. 5 dargestellten Stellglied ein  
30 Rahmen 64a einen dreiteiligen Aufbau auf, wobei seine Komponenten aneinander durch Schrauben befestigt sind. Die Führungsschienen 46a, 46b sind so geformt, dass sie sich an beiden Endseiten des zentral angeordneten Rahmenabschnitts des dreiteiligen Rahmens 64a nach oben ausdehnen. Der Führungs-  
35 mechanismus 44a, der nach unten ausgebildete Nuten mit einer

29.08.00

DE 198 82 926 T

- 14 -

KEIL & SCHAAFHAUSEN  
PATENTANWÄLTE

ausgesparten Gestalt aufweist, wird getragen, wobei er auf die Führungsschienen 46a, 46b aufgesetzt ist. Die Förderspindel 58a und der Motor 60a sind in mittleren Bereichen des Führungsmechanismus 44a angeordnet.

5

Bei dem in Fig. 6 gezeigten Stellglied sind die Förderspindel 58b und der Motor 60b an zentralen Abschnitten des Führungsmechanismus 44b vorgesehen, der in einer rechteckigen Gestalt ausgebildet ist. Der Führungsmechanismus 44b weist einen solchen Aufbau auf, dass er von einem Rahmen 64b integrierter Art in drei Richtungen mit Ausnahme der Oberseite umgeben wird. Der Führungsmechanismus 44b wird von den Führungsschienen 48a, 48b mit Hilfe der Kugeln 57 getragen, die durch die umlaufenden Nuten 54a bis 54d der Führungsschienen 48a, 48b rollen, welche an den Seitenflächen vorgesehen sind.

15

Fig. 7 zeigt eine modifizierte Ausgestaltung des in Fig. 5 gezeigten Stellgliedes. Hierbei weist ein Rahmen 64c dieses Stellglieds die Rahmenabschnitte an den beiden Enden nicht auf.

20

Bei den oben beschriebenen Ausführungsformen ist, wie in Fig. 8 gezeigt, wenn die Querschnittsgestalt der umlaufenden Nuten 52a bis 52d, 54a bis 54d, 56a bis 56d der Führungsschienen 46a, 46b, 48a, 48b, 50a, 50b in Form eines gotischen Bogens 65 ausgebildet ist, der Abrasionswiderstand an dem Gleitabschnitt relativ zu den Kugeln 57 erfolgreicher reduziert.

25

Wenn die entsprechenden Elemente der Antriebskraftübertragungswelle und des Lagerelements der Förderspindeln gemäß der ersten und zweiten Ausführungsform aus Aluminium oder Aluminiumlegierung bestehen, kann ein Walzverfahren als eines der Herstellungsverfahren verwendet werden.

30

29.08.00

DE 198 82 926 T

- 15 -

KEIL & SCHAAFHAUSEN  
PATENTANWÄLTE

Hierbei wird ein kalter Prozess (Kaltwalzen) oder ein heißer Prozess (Warmwalzen) durchgeführt, wobei das Aluminium oder die Aluminiumlegierung gedreht wird und eine Form gegen das Aluminium oder Aluminiumlegierung gepresst wird, um das  
5 Element zu formen.

Andere bevorzugte Produktionsverfahren umfassen ein Präzisionsspanverfahren auf der Basis der Verwendung bspw. einer  
10 Diamantspitze, einer Bornitridspitze, eines Galvanikwerkzeugs aus Diamant, eines Sinterwerkzeug aus Diamant, eines Galvanikwerkzeugs aus Bornitrid oder eines Sinterwerkzeugs aus Bornitrid.

In diesem Fall kann die Förderspindel mit Hilfe eines  
15 Superhochgeschwindigkeitsschneidens (super high speed cutting) bei einer Umdrehungszahl von 10.000 bis 30.000 U/min geschnitten werden. Alternativ kann an Stelle dieser Verfahren wenigstens ein Element der Antriebskraftübertragungswelle und des Lagerelements der Förderspindel mit einem Spanwerkzeug mit  
20 herkömmlicher Spitze geschnitten werden und das Lagerelement mit einem Schneidwerkzeug mit einem Gewindeschneider oder einem Räumwerkzeug. Somit ist es möglich, die Förderspindel mit einer gewünschten Oberflächengestalt in bequemer Weise herzustellen.

25 Außerdem ist es, wie in Fig. 9 gezeigt, bevorzugt, dass die Innenfläche des aus Aluminium oder Aluminiumlegierung bestehenden Elementes mit einem Schleifzentrum 66 geschnitten wird, das eine Spiralbewegung durchführt. Bei diesem Verfahren  
30 wird an Stelle von Schneidöl vorzugsweise Hochdruckluft oder Hochdruckgas über einen Sprühabschnitt 68 eingestrahlt.

Das Schleifcenter 66 umfasst ein Schleifwerkzeug 69, ein Liftelement 70, einen Drehtisch 72, ein Bett 74 und einen



29.08.00

DE 198 82 926 T

- 16 -

KEIL & SCHAAFHAUSEN  
PATENTANWÄLTE

Rahmen 76. Die entsprechenden Elemente bis auf das Schleifwerkzeug 69 bestehen aus Aluminium oder Aluminiumlegierung.

Das Schleifwerkzeug 69 ist fest an dem Liftelement 70 angebracht. Das Liftelement 70 ist nach oben und unten verschieblich an einem aufstehenden Element des Rahmens 76 angebracht. Der Drehtisch 72, auf dem die Förderspindel als Werkstück (nicht dargestellt) angeordnet wird, ist auf dem Bett 74 angeordnet. Zwei Streifen von Vorsprüngen 77a, 77b, die an unteren Abschnitten des Drehtisches 72 ausgebildet sind, sind in zwei Streifen von Nuten 78a, 78b eingesetzt, die an oberen Abschnitten des Bettes 74 ausgebildet sind, um einen Führungsmechanismus zu bilden. Dementsprechend ist der Drehtisch 72 frei in Nutenrichtung beweglich. Wenn das Schleifzentrum 66 verwendet wird, wird der Drehtisch 72 an einer beliebigen Position mit Hilfe von Schrauben 79a befestigt.

Andererseits werden zwei Streifen von Vorsprüngen 77c, 77d, die an unteren Abschnitten des Bettes 74 ausgebildet sind, in zwei Streifen von Nuten 78c, 78d eingesetzt, die an oberen Abschnitten des Rahmens 76 ausgebildet sind, um einen Führungsmechanismus zu bilden. Dementsprechend ist der Drehtisch 72 mit Hilfe des Bettes 74 frei in Nutenrichtung beweglich. Wenn das Schleifzentrum 66 verwendet wird, wird der Drehtisch 72 mit Hilfe von Schrauben 79b an einer beliebigen Position befestigt.

In Fig. 9 bezeichnet das Bezugszeichen 80 einen mit einer Unterdruckquelle verbundenen Ansaugmechanismus zum Anziehen und Abführen von Schleifspänen, die während des Schleifens erzeugt werden. Es ist bevorzugt, dass das Schleifzentrum 66 sowohl Schleif- als auch Spanbearbeitungsvorgänge durchführen kann. Außerdem ist bevorzugt, dass die Förderspindel als Werkstück automatisch ausgetauscht werden kann, oder dass das

29.06.00

DE 198 82 926 T

- 17 -

KEIL & SCHAAFHAUSEN  
PATENTANWÄLTE

Schleifzentrum 66 eine Palette oder eine Teilzufuhreinrichtung aufweist.

5 Die Förderspindel, die gemäß dem oben beschriebenen Verfahren aus Aluminium oder Aluminiumlegierung besteht, wird einer Oberflächenbehandlung und vorzugsweise einer Oberflächenfinishbehandlung unterworfen. Dementsprechend wird der Reibungswiderstand merklich verringert und die Abrasion der entsprechenden Elemente wird vorzugsweise reduziert. Außerdem  
10 werden die Oberflächeneigenschaften, wie die Härte, verbessert.

15 Die Oberflächenfinishbehandlung kann bspw. eine Nickelplattierbehandlung, eine Aluminium-anodische Oxidationsbehandlung oder eine Magnesium-anodische Oxidationsbehandlung sein. Die Oberflächenbehandlungsschicht des Elements, auf das die oben beschriebene Oberflächenbehandlung angewandt wurde, kann in ihrer Qualität bspw. durch eine thermische Härtebehandlung verbessert werden. Alternativ ist es auch bevorzugt,  
20 verschiedene Finishbehandlungen einschließlich bspw. des Kugelstrahlens, des Glanzschleif-Finishens, des Läpp-Finishens, des Flüssig-Hon-Finishens, des Feinwalz-Finishens, des Walz-Finishens, des chemischen Polierens, des Elektropolierens und des Sandstrahl-Finishens durchzuführen.

25 Wenn die Förderspindel eine Kugelumlaufspindel ist, ist es bevorzugt, als Kugeln für die Kugelspindel bspw. Kugeln aus Aluminiumlegierung der Aluminiumlegierung Nr. 7.000 oder ähnlicher Nummern auf der Basis des JIS-Standard (Japanischer  
30 Industrie Standard) zu verwenden. Bei dieser Anordnung wird bevorzugt, dass die Oberflächen der Aluminiumkugeln durch Kugelstrahlen oberflächenbehandelt werden, um bspw. geneigte Oberflächen oder Ölreservoirs mit einem elastohydrodynamischen Schmiereffekt auszubilden. Außerdem wird bevorzugt, dass die  
35 Oberfläche der Kugelspindel oder der Schiebepindel als der

29.08.00

DE 198 82 926 T1

- 18 -

KEIL & SCHAAFHAUSEN  
PATENTANWÄLTE

Förderspindel durch Kugelstrahlen oberflächenbehandelt wird, um bspw. geneigte Oberflächen oder Ölreservoirs mit einem elastohydrodynamischen Schmiereffekt auszubilden.

- 5 Das Kugelstrahlen kann mehrfach unter unterschiedlichen Kugelstrahlbedingungen für die Oberflächen der Aluminiumkugeln durchgeführt werden, so dass die Eigenspannung und die Unreinheiten an der Oberfläche entfernt werden und das Metall, das das Material der Kugelstrahlpartikel ist, in die Ober-  
10 fläche permeieren kann.

- Das Walzverfahren als Herstellungsverfahren gemäß der vorliegenden Erfindung, das Schneidverfahren, wie das Präzisionsschneidverfahren auf der Basis der Verwendung einer  
15 Diamantspitze oder dgl., das Formverfahren, wie das Schneidverfahren auf der Basis eines Allzweckschneidwerkzeugs, die verschiedenen Oberflächenbehandlungen, wie das Plattierverfahren, und die jeweiligen Verfahren einschließlich bspw. des Oberflächen-Finishbehandeln, wie das Superfinishbe-  
20 handeln, können auch für die anderen entsprechenden Elemente und Vorrichtungen, die oben beschrieben wurden, eingesetzt werden.

- Bei den oben beschriebenen Ausführungsformen wurden Erläuterungen gegeben, bei denen die Förderspindel gemäß der vorliegenden Erfindung als Antriebskraftübertragungsmittel des Stellgliedes eingesetzt wird. Es besteht jedoch keine Einschränkung hierauf. Die Förderspindel kann auch als Förderspindel bspw. für eine allgemeine Werkzeugmaschine oder  
30 eine Robotervorrichtung angesetzt werden.

#### Gewerbliche Anwendbarkeit

- Bei der Förderspindel gemäß der vorliegenden Erfindung besteht  
35 die Antriebskraftübertragungswelle aus Aluminium oder

29.06.00

DE 198 82 926 T1

- 19 -

KEIL & SCHAAFHAUSEN  
PATENTANWÄLTE

- Aluminiumlegierung, und das Lagerelement aus einem Kunstharz, Aluminium oder einer Aluminiumlegierung. Daher werden die Abrasion der entsprechenden Elemente und der Gleitwiderstand der Gleitabschnitte verringert und der Reibungswiderstand reduziert. Das Gewicht der Antriebskraftübertragungswelle wird reduziert und daher ist es einfach, das Anbringen der mit der Förderspindel ausgestatteten Vorrichtung durchzuführen. Außerdem wird das Eingangsdrehmoment erhöht, bspw. aufgrund der Tatsache, dass die Antriebskraftübertragungswelle kaum eine große Länge hat und die Lasttragheit groß ist, so dass es möglich ist, die kompakte Größe des Motors als Antriebsquelle zu realisieren. Außerdem ist es möglich, den auf das magnetische Feld ausgeübten Einfluss zu unterdrücken. Somit besteht keine Einschränkung des Befestigungsortes.
- Die Abrasion der entsprechenden Elemente und der Reibungswiderstand an den Gleitabschnitten kann weiter reduziert werden, indem die Oberflächenbehandlung, bspw. das Plattieren, das anodische Oxidieren und das Kugelstrahlen der Oberfläche des aus Aluminium oder Aluminiumlegierung ausgebildeten Elements durchgeführt wird.
- Zusätzlich können die Abrasion der entsprechenden Elemente und der Reibungswiderstand an den Gleitabschnitten durch Anwenden einer Oberflächen-Finishbehandlung, bspw. der Super-Finishbehandlung, auf die entsprechenden Elemente, wie der Antriebskraftübertragungswelle, die der Oberflächenbehandlung unterworfen wurde, weiter reduziert werden.
- Gemäß dem Verfahren zur Herstellung der Förderspindel gemäß der vorliegenden Erfindung wird wenigstens ein Element der Antriebskraftübertragungswelle oder des Lagerelements mit Hilfe des Walzverfahrens oder des Präzisionsschneidverfahrens durch Verwendung von Aluminium oder Aluminiumlegierung hergestellt. Daher kann das Element der Förderspindel mit

29.06.00

DE 198 82 926 T1

- 20 -

KEIL & SCHAAFHAUSEN  
PATENTANWÄLTE

einem hohen Grad an Bearbeitungsgenauigkeit effizient  
hergestellt werden.

SMC Kabushiki Kaisha  
16-4, Shimbashi 1-chome  
Minato-ku

Tokyo 105-8659  
Japan

Zusammenfassung:

#### Förderspindel und Verfahren zu ihrer Herstellung

Eine Kugelumlaufspindel 2 oder eine Schiebespindel 2a weist eine Antriebskraftübertragungswelle 4 oder 4a und ein Lagerelement 6 oder 6a auf, das außen auf die Antriebskraftübertragungswelle 4 oder 4a aufgesetzt ist. Die Antriebskraftübertragungswelle 4 oder 4a besteht aus Aluminium oder einer Aluminiumlegierung, und das Lagerelement 6 oder 6a besteht aus Kunstharz, Aluminium oder einer Aluminiumlegierung. Das Element, das unter Verwendung von Aluminium oder der Aluminiumlegierung ausgebildet ist, wird einer Oberflächenbehandlung und vorzugsweise außerdem einer Oberflächen-Finishbehandlung unterworfen.

29.06.00  
22

DE 198 82 926 T

- 21 -

KEIL & SCHAAFHAUSEN  
PATENTANWÄLTE**Patentansprüche:**

- 5 1. Förderspindel (2, 2a) mit einer Antriebskraftübertragungswelle (4, 4a) und einem Lagerelement (6, 6a), das außen auf die Antriebskraftübertragungswelle (4, 4a) aufgesetzt ist, wobei:
- 10 die Antriebskraftübertragungswelle (4, 4a) aus Aluminium oder einer Aluminiumlegierung besteht und das Lagerelement (6, 6a) aus Kunstharz, Aluminium oder einer Aluminiumlegierung besteht.
- 15 2. Förderspindel (2, 2a) nach Anspruch 1, wobei ein Nickelbeschichtungsfilm an einer Oberfläche wenigstens eines Elementes der Antriebskraftübertragungswelle (4, 4a) und des Lagerelements (6, 6a) mittels einer Plattierungsbehandlung ausgebildet ist.
- 20 3. Förderspindel (2, 2a) nach Anspruch 1, wobei eine Oberfläche wenigstens eines Elements der Antriebskraftübertragungswelle (4, 4a) und des Lagerelements (6, 6a) mit Hilfe einer Aluminium-anodischen Oxidationsbehandlung oder einer
- 25 Magnesium-anodischen Oxidationsbehandlungsoberflächenbehandelt ist.
4. Förderspindel (2, 2a) nach Anspruch 1, wobei eine Oberfläche wenigstens eines Elements der Antriebskraftüber-
- 30 tragungswelle (4, 4a) und des Lagerelements (6, 6a) mittels einer Kugelstrahlbehandlung oberflächenbehandelt ist, die mehrfach durch abwechselndes Verwenden zweier Partikelarten mit unterschiedlichen Partikelgrößen angewandt wurde.

5. Förderspindel (2, 2a) nach Anspruch 2, wobei der Nickelbeschichtungsfilm einer Oberflächen-Finishbehandlung mittels einer Kugelstrahlbehandlung unterworfen wird.
- 5 6. Kugelspindel (2, 2a) nach Anspruch 2, wobei der Nickelbeschichtungsfilm einer Oberflächen-Finishbehandlung mittels wenigstens eines Verfahren unterworfen wird, das aus der Gruppe ausgewählt wird, die aus Super-Finishbehandlung, Glanzschleif-Finishbehandlung (Schwabbeln), Läpp-Finishbehandlung, Flüssig-Hon-Finishbehandlung, Hochglanzpolier-Finishbehandlung, Walz-Finishbehandlung, chemischer Polier-Finishbehandlung, Elektropolier-Finishbehandlung, Sandstrahl-Finishbehandlung, Schleif-Finishbehandlung mit einer Diamantschleifscheibe oder einer Bornitridschleifscheibe, Schleif-Finishbehandlung mit einer mit einem Richtmechanismus ausgestatteten Diamantschleifscheibe oder Bornitridschleifscheibe, und einer Schneid-Finishbehandlung mit einem Diamantgalvanisierwerkzeug oder einem Räumwerkzeug besteht.
- 10 7. Förderspindel (2, 2a) nach Anspruch 3, wobei die Oberfläche wenigstens eines Elements der Antriebskraftübertragungswelle (4, 4a) und des Lagerelements (6, 6a), die mit der Aluminium-anodischen Oxidationsbehandlung oder Magnesium-anodischen Oxidationsbehandlung versehen wurde, einer Oberflächen-Finishbehandlung mittels Kugelstrahlen unterworfen wird.
- 15 8. Förderspindel (2, 2a) nach Anspruch 3, wobei die Oberfläche wenigstens eines Elements der Antriebskraftübertragungswelle (4, 4a) und des Lagerelements (6, 6a), auf die die Aluminium-anodische Oxidationsbehandlung oder die Magnesium-anodische Oxidationsbehandlung angewandt wurde, einer Oberflächen-Finishbehandlung mittels wenigstens eines Verfahrens unterworfen wird, das aus der Gruppe ausgewählt wurde, die aus Super-Finishbehandlung, Glanzschleif-Fi-
- 20  
25  
30  
35



nishbehandlung (Schwabbeln), Läpp-Finishbehandlung, Flüssig-Hon-Finishbehandlung, Hochglanzpolier-Finishbehandlung, Walz-Finishbehandlung, chemische Polier-Finishbehandlung, Elektropolier-Finishbehandlung, Sandstrahl-Finishbehandlung, Schleif-Finishbehandlung mit einer Diamantschleifscheibe oder einer Bornitridschleifscheibe, Schleif-Finishbehandlung mit einer mit einem Richtmechanismus versehenen Diamantschleifscheibe oder Bornitridschleifscheibe, und Schneid-Finishbehandlung mit einem Diamantgalvanisierwerkzeug oder einem Räumwerkzeug besteht.

9. Förderspindel (2, 2a) nach Anspruch 4, wobei:

das Kugelstrahlen auf der Basis der zwei Arten von Partikeln mit unterschiedlichen Partikelgrößen eine Behandlung ist, bei der zuerst Partikel mit einer großen Partikelgröße und dann Partikel mit einer kleinen Partikelgröße auf die Oberfläche wenigstens eines Elements der Antriebskraftübertragungswelle (4, 4a) und des Lagerelements (6, 6a) gestrahlt werden, und die Oberfläche gehärtet wird, indem sie mit den Partikeln mit großer Partikelgröße bestrahlt wird, und feine Irregularitäten ausgebildet werden, indem mit den Partikeln mit kleiner Partikelgröße gestrahlt wird.

10. Förderspindel (2, 2a) nach Anspruch 5, wobei die Oberfläche wenigstens eines Elements der Antriebskraftübertragungswelle (4, 4a) und des Lagerlements (6, 6a), auf die das Kugelstrahlen angewandt wurde, außerdem einer Oberflächen-Finishbehandlung mit wenigstens einem Verfahren unterworfen wird, das aus der Gruppe ausgewählt wird, die aus Super-Finishbehandlung, Glanzschleif-Finishbehandlung (Schwabbeln), Läpp-Finishbehandlung, Flüssig-Hon-Finishbehandlung, Hochglanzpolier-Finishbehandlung, Walz-Finishbehandlung, chemische Polier-Finishbehandlung, Elektropolier-Finishbehandlung,

Sandstrahl-Finishbehandlung, Schleif-Finishbehandlung mit einer Diamantschleifscheibe oder einer Bornitridschleifscheibe, Schleif-Finishbehandlung mit einer mit einem Richtmechanismus ausgestatteten Diamantschleifscheibe oder Bornitridschleifscheibe, und einem Schneid-Finishbehandeln mit einem Diamantgalvanisierwerkzeug oder einem Räumwerkzeug besteht.

11. Förderspindel (2, 2a) nach Anspruch 7, wobei die Oberfläche wenigstens eines Elements der Antriebskraftübertragungswelle (4, 4a) und des Lagerelements (6, 6a), auf die das Kugelstrahlen angewandt wurde, außerdem einer Oberflächen-Finishbehandlung mit wenigstens einem Verfahren unterworfen wird, das aus der Gruppe ausgewählt wird, die aus Super-Finishbehandeln, Glanzschleifbehandeln (Schwabbeln), Läpp-Finishbehandlung, Flüssig-Hon-Finishbehandeln, Hochglanzpolier-Finishbehandeln, Walz-Finishbehandeln, chemisches Polier-Finishbehandeln, Elektropolier-Finishbehandeln, Sandstrahl-Finishbehandeln, Schleif-Finishbehandeln mit einer Diamantschleifscheibe oder einer Bornitridschleifscheibe, Schleif-Finishbehandeln mit einer mit einem Richtmechanismus ausgestatteten Diamantschleifscheibe oder Bornitridschleifscheibe, und Schneid-Finishbehandeln mit einem Diamantgalvanisierwerkzeug oder einem Räumwerkzeug besteht.

12. Förderspindel (2, 2a) nach Anspruch 9, wobei die Oberfläche wenigstens eines Elements der Antriebskraftübertragungswelle (4, 4a) und des Lagerelements (6, 6a), auf die das Kugelstrahlen angewandt wurde, einer Oberflächen-Finishbehandlung mit wenigstens einem Verfahren unterworfen wird, das aus der Gruppe ausgewählt wird, die aus Super-Finishbehandeln, Glanzschleif-Finishbehandeln (Schwabbeln), Läpp-Finishbehandeln, Flüssig-Hon-Finishbehandeln, Hochglanzpolier-Finishbehandeln, Walz-Finishbehandeln, chemisches Polier-Finishbehandeln, Elektropolier-Finishbehandeln, Sandstrahl-

Finishbehandeln, Schleif-Finishbehandeln mit einer Diamant-  
schleifscheibe oder einer Bornitridschleifscheibe, Schleif-  
Finishbehandeln mit einer mit einem Richtmechanismus ausge-  
statteten Diamantschleifscheibe oder Bornitridschleifscheibe,  
5 und einer Schneid-Finishbehandlung mit einem Diamantgalvani-  
sierwerkzeug oder einem Räumwerkzeug besteht.

13. Förderspindel (2, 2a) nach Anspruch 1, wobei die  
Antriebskraftübertragungswelle aus einer Kugelumlauf-  
10 spindel (2) besteht und die Kugelumlaufspindel (2) auf ein  
Stellglied (20) angewandt wird, indem sie mit einer Antriebs-  
welle einer Drehantriebsquelle (36) gekoppelt wird, um eine  
Drehantriebskraft der Drehantriebsquelle (36) auf ein  
bewegliches Element (42) zu übertragen, so dass das bewegliche  
15 Element (42) in einer Längsrichtung eines Rahmens (26)  
verschiebbar vorgesehen ist.

14. Förderspindel (2, 2a) nach Anspruch 1, wobei die  
Antriebskraftübertragungsquelle eine Schiebespindel (2a) ist  
20 und die Schiebespindel (2a) auf ein Stellglied (20) angewandt  
wird, indem sie mit einer Antriebswelle einer Drehantriebs-  
quelle (36) gekoppelt wird, um eine Drehantriebskraft der  
Drehantriebsquelle (36) auf ein bewegliches Element (42) zu  
übertragen, so dass das bewegliche Element (42) in Längs-  
25 richtung eines Rahmens (26) verschiebbar vorgesehen ist.

15. Förderspindel (2, 2a) nach Anspruch 13, wobei geneigte  
Oberflächen oder Ölreservoirs an Oberflächen der Kugelumlauf-  
spindel (2) und einer Vielzahl von Kugeln (16), die mit der  
30 Kugelumlaufspindel (2) in Eingriff stehen, durch Ober-  
flächenbehandeln mittels Kugelstrahlen ausgebildet sind.

16. Förderspindel (2, 2a) nach Anspruch 14, wobei geneigte  
Oberflächen oder Ölreservoirs an einer Oberfläche der

Schiebespindel (2a) durch Oberflächenbehandeln mittels Kugelstrahlen ausgebildet sind.

- 5 17. Verfahren zur Herstellung einer Förderspindel (2, 2a) mit dem Schritt der Herstellung wenigstens eines Elements einer Antriebskraftübertragungswelle (4, 4a) und eines Lagerelements (6, 6a) aus Aluminium oder Aluminiumlegierung mittels eines Walzverfahrens.
- 10 18. Verfahren zur Herstellung einer Förderspindel (2, 2a) mit dem Schritt des Herstellens wenigstens eines Elements einer Antriebskraftübertragungswelle (4, 4a) und eines Lagerelements (6, 6a) aus Aluminium oder einer Aluminiumlegierung mittels eines Präzisionsschneidverfahrens auf der Basis der Verwendung
- 15 irgendeines Elements, das aus der Gruppe ausgewählt wurde, die aus einer Diamantspitze, einer Bornitridspitze, einem Galvanisierwerkzeug aus Diamant, einem Sinterwerkzeug aus Diamant, einem Galvanisierwerkzeug aus Bornitrid und einem Sinterwerkzeug aus Bornitrid besteht.

1/6

FIG. 1

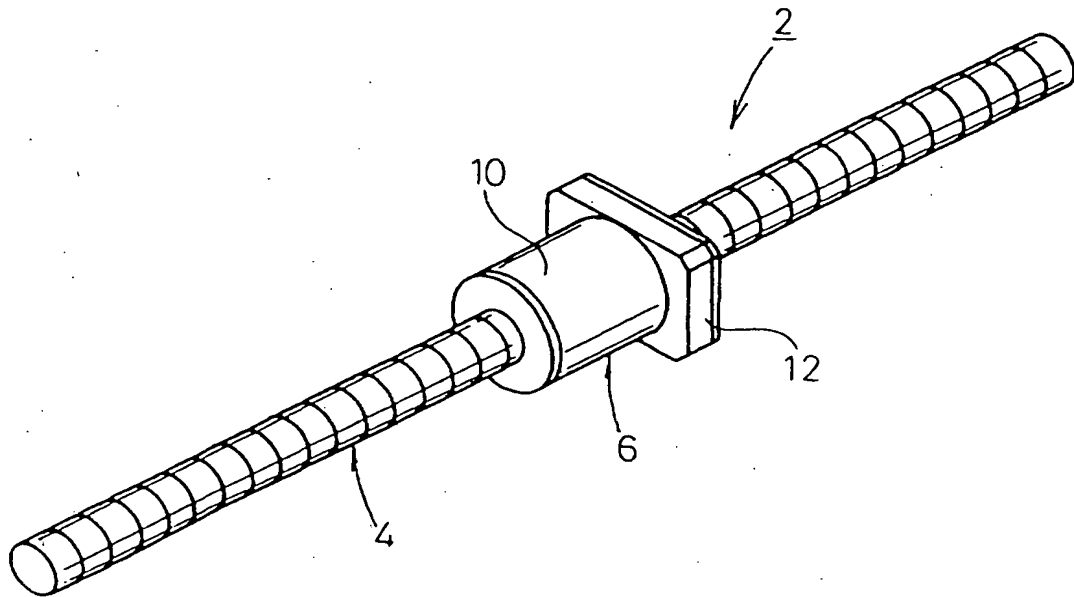
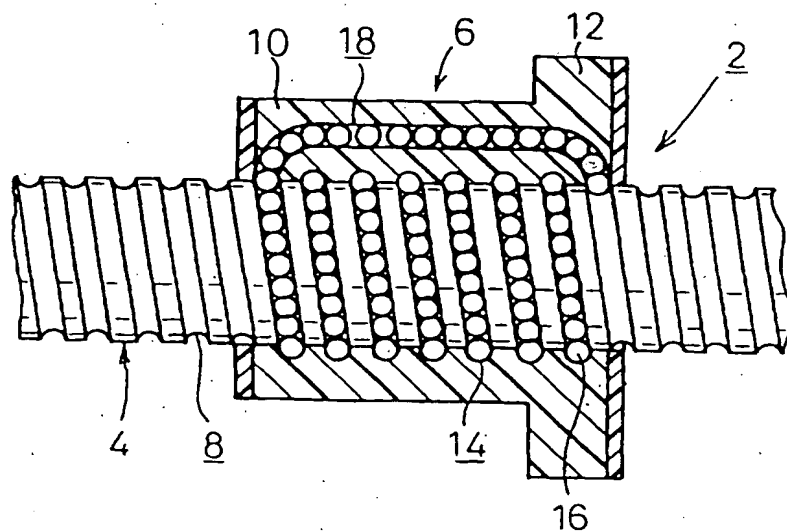


FIG. 2



28

2/6

29.08.00  
DE 198 82 926 T1

FIG.3

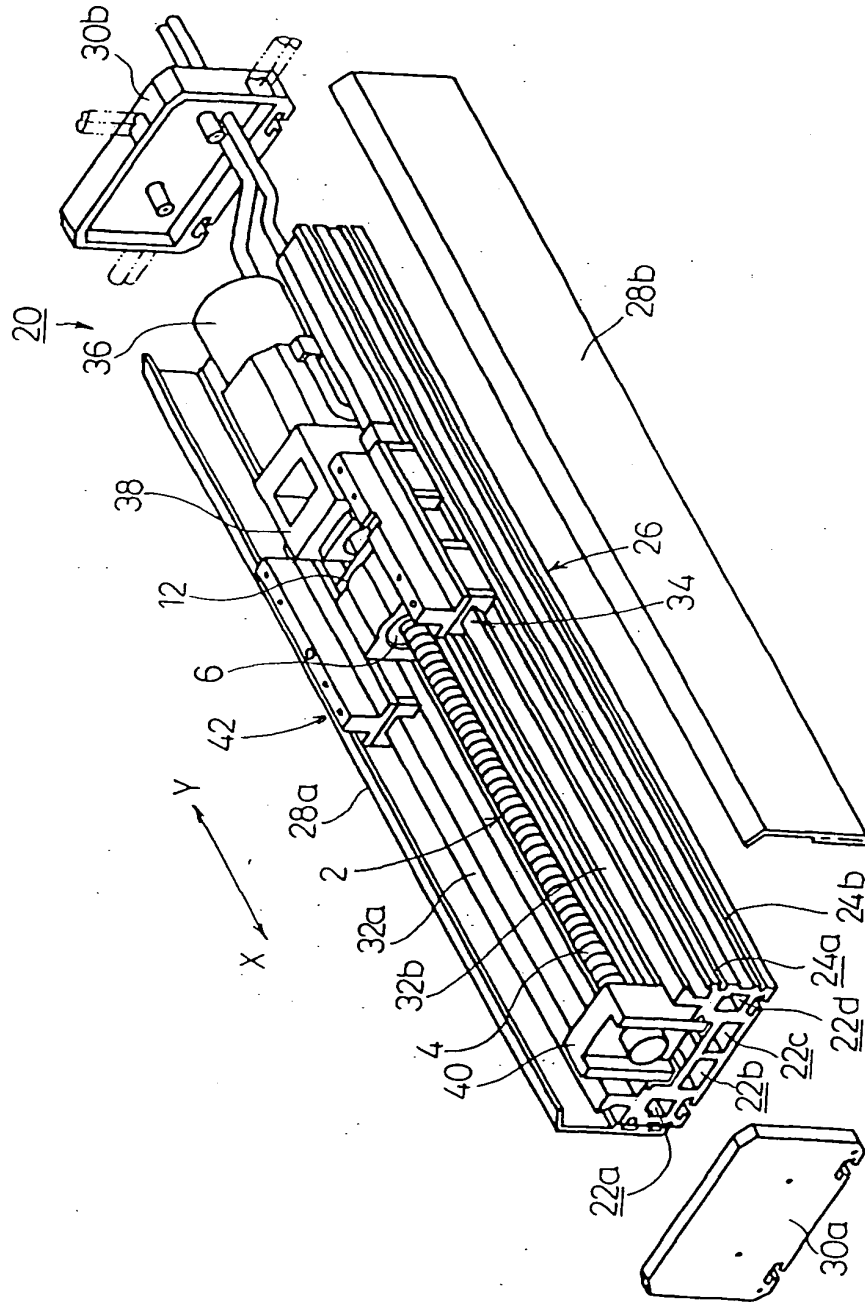
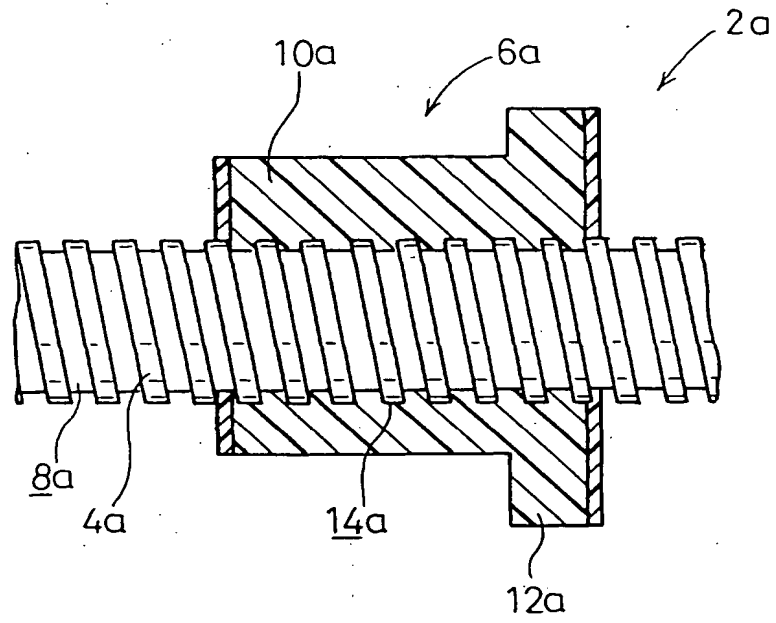


FIG. 4



4/6

FIG. 5

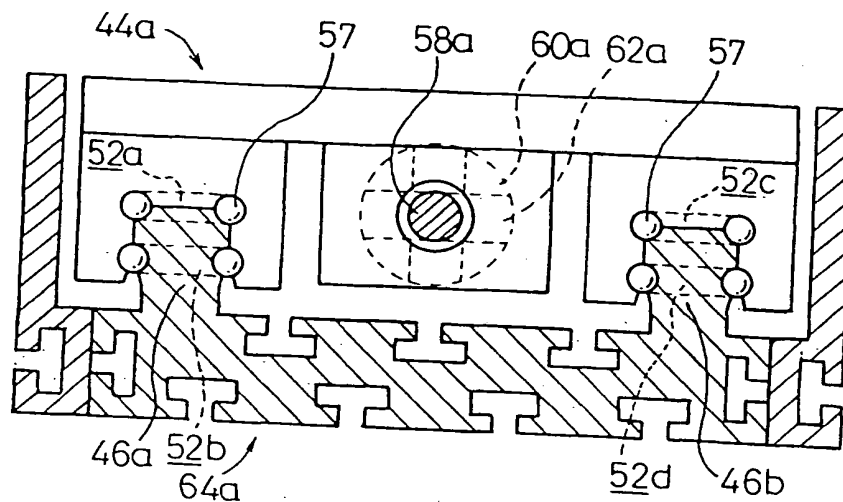


FIG. 6

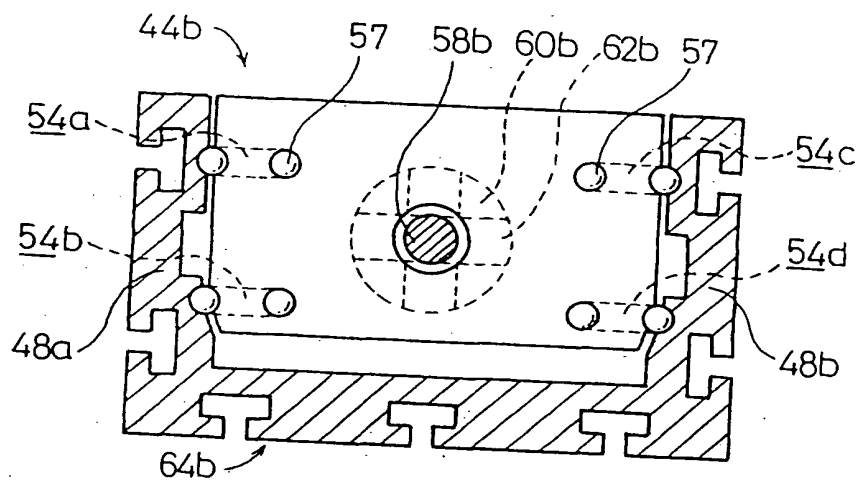


FIG. 7

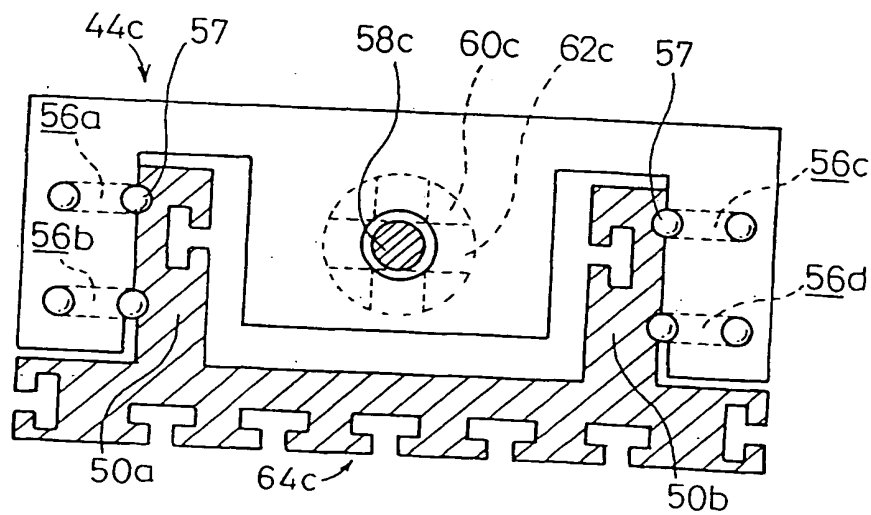




FIG. 8

46a(46b,48a,48b,50a,50b)

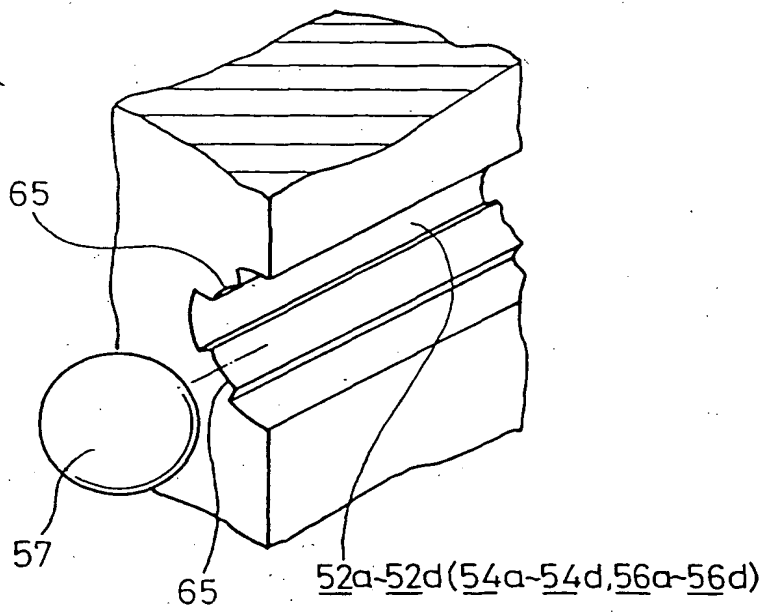


FIG. 9

